

Результаты исследований использованы при разработке конструкции вертикального распределительного устройства для сеялок с пневматической системой высева, которая удовлетворяет агротехническим требованиям по норме высева различных сельскохозяйственных культур.

29.08.13

### Литература

1. Ивженко, С.А. Механико-технологические основы совершенствования пневматического посева: дис... докт. техн. наук: 05.20.01 / С.А. Ивженко. – Саратов, 1992. – 506 с.
2. Сариев, Ж.А. Применение посевного комплекса «FlexicoilST-820» в опытно-производственных условиях / Ж.А. Сариев, В.В. Вьюрков, А.Е. Сарсенов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 2. – С. 33–35.
3. Зуев, Ф.Г. Пневматическое транспортирование на зерноперерабатывающих предприятиях / Ф.Г. Зуев. – М.: Колос, 1976. – 344 с.
4. Чеботарев, В.П. Анализ вертикальных распределительных устройств пневматических сеялок / В.П. Чеботарев, А.Л. Медведев, Ю.Л. Салапура, Д.В. Зубенко // Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідомчий тематичний науковий збірник / ННЦ «ИМЭСХ»; редкол.: В.В. Адамчук [и др.]. – Глеваха, 2012. – Вып. 96. – С. 67–75.
5. Повх, И.Л. Аэродинамический эксперимент в машиностроении / И.Л. Повх. – 3-е изд., перераб. и исправл. – Л.: Машиностроение, 1974. – 480 с.
6. Чеботарев, В.П. Классификация посевных машин с пневматическими системами высева / В.П. Чеботарев, Д.В. Зубенко, Ю.Л. Салапура, А.В. Новиков, В.В. Мижурин // Вестник БГСХА. – 2013. – № 2. – С. 27–32.
7. Бак, О. Проектирование и расчет вентиляторов / О. Бак, под ред. А.Р. Бушеля. – М.: Гос. научн.-техн. изд. по горному делу, 1961. – 364 с.
8. Идельчик, И.Е. Аэродинамика технологических аппаратов: подвод, отвод и распределение потока по сечению аппаратов / И.Е. Идельчик. – М.: Машиностроение, 1983. – 351 с.

УДК 631.331.022

**Н.Д. Лепешкин, А.Л. Медведев,  
В.В. Мижурин, Д.В. Зубенко**  
(РУП «ННЦ НАН Беларуси по  
механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь)

**АКТИВИРУЮЩЕЕ  
ВОЗДЕЙСТВИЕ ЛОПАСТЕЙ  
ВОРОШИТЕЛЯ-  
НАГНЕТАТЕЛЯ НА  
ПОСЕВНОЙ МАТЕРИАЛ**

### Введение

На основании анализа устройств для дозирования трудносыпучих и несипучих семян кормовых трав сделан вывод о том, что они не в полной мере соответствуют агротехническим требованиям по равномерности и устойчивости дозирования посевного материала.



тушка относительно нагнетателя в силу компоновочных причин может размещаться отлично от представленной на схеме, желательно создавать лопастями усилия, обеспечивающие послойный горизонтальный сдвиг посевного материала. Это повысит универсальность ворошилки-нагнетателя и ее функциональную эффективность.

Следовательно, необходимо определить профиль лопасти и ее пространственное расположение для выполнения изложенных требований. Желательно, чтобы оба требования выполнялись каждой лопастью без скачкообразного изменения характера взаимодействия ее с материалом. Такое взаимодействие возможно при криволинейном профиле лопасти.

Рассмотрим усилия, возникающие на поверхности лопасти при уплотнении посевного материала.

Материал сопротивляется деформации и давит на поверхность лопасти, вызывая нормальную реакцию поверхности  $N$  в точке В, действующую перпендикулярно к касательной в этой точке. Она создает силу трения  $F$ , от величины которой зависит характер перемещения уплотняемого материала.

$$F = Nf = N \operatorname{tg} \varphi,$$

где  $f$  – коэффициент трения между поверхностью лопасти и уплотняемым материалом;

$\varphi$  – соответствующий угол трения.

Разложим реакцию  $N$  на составляющие  $P$  и  $T$ .

Причем  $P$  действует в направлении скорости точки поверхности лопасти – перпендикуляр в этой точке к радиусу  $r$ , а  $T$  направлено по касательной к поверхности лопасти в точке В против направления вращения  $\omega$ .

Следовательно,

$$P = N / \cos \beta, \quad T = T \cdot \operatorname{tg} \beta,$$

где  $\beta$  – угол скольжения – угол между касательной к поверхности лопасти в точке В и радиусом вращения  $r$ .

$$\beta = 90^\circ - \psi, \tag{1}$$

где  $\psi$  – текущее значение угла между радиусом  $R$  поверхности лопасти и радиусом  $r$  вращения.

Равнодействующая от  $P$ ,  $T$  и  $F$

$$R_3 = \frac{F}{\sin \varphi} = \frac{N \operatorname{tg} \varphi}{\sin \varphi} = \frac{N}{\cos \varphi}.$$

Тогда для того, чтобы частицы уплотненного материала двигались совместно с лопастью, то есть возникало послойное перемещение со сдвигом, необходимо соблюдение условия:

$$F \geq T, \quad \text{или} \quad N \operatorname{tg} \varphi \geq N \operatorname{tg} \beta,$$

или

$$\varphi \geq \beta. \tag{2}$$

Но так как угол трения  $\varphi$  для определенного вида материала, в зависимости от его состояния, может колебаться в незначительном интервале, то выполнение условия выражения (2) возможно только при уменьшении значения  $\beta$ .

Из (1) следует, что для уменьшения угла  $\beta$  необходимо увеличение угла  $\psi$ .

Для создания нормальных и касательных напряжений в уплотняемой массе с целью компактного заполнения желобков катушки необходимы переменные значения угла  $\psi$  (увеличение в направлении, противоположном вращению), то есть

$$\psi_1 \geq \psi_2,$$

где  $\psi_1$  – угол входа передней грани лопасти;

$\psi_2$  – угол выхода задней грани лопасти.

Параметры этих углов учитываются при геометрическом профилировании лопастей нагнетателя. При этом возможен вариант, когда в какой-то точке на поверхности лопасти угол  $\beta$  будет равен углу трения  $\varphi$ . Следовательно, эта точка определяет максимальную толщину слоя, который может быть захвачен лопастью и сдвинут в направлении дозирующей катушки.

Толщина этого слоя с незначительным допущением составляет:

$$H = (AO - OB) \cos\psi.$$

Из (1):  $\psi = 90^\circ - \beta$ . Значит,  $\cos\psi = \cos(90^\circ - \beta) = \sin\beta$ .

Тогда, с учетом выражения (2), максимальной толщина слоя будет при минимальном радиусе траектории вращения передней кромки лопасти и максимальном угле трения посевного материала о ее поверхность.

$$H_{\max} = (R - r) \sin\varphi.$$

При взаимодействии лопасти нагнетателя с семенами трав в уплотненном слое возникают только напряжения сжатия и касательные напряжения среза  $\tau$ . Эти напряжения могут возникнуть одновременно на одной площадке внутри среды, они связаны зависимостью:

$$\tau \leq \pm\Phi(\sigma), \quad (3)$$

где  $\Phi(\sigma)$  – непрерывная возрастающая функция от  $\sigma$ .

Трудносыпучие и нессыпучие семена кормовых трав как среда обладают пластической деформацией, которая возникает при нарушении равновесия частиц и их взаимного расположения, то есть при наличии скольжения частиц друг относительно друга во время увеличения нагрузки. При этом после снятия нагрузки первоначальное взаимное расположение частиц не восстанавливается. Это свойство должно быть учтено при обосновании геометрических и эксплуатационных параметров лопастного нагнетателя.

Зависимость (3) может быть представлена в виде закона пропорциональности:

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi_0.$$

И прямолинейного закона:

$$\tau = \tau_0 + \sigma \operatorname{tg} \varphi_0, \quad (4)$$

где  $\tau_0$  – начальное сопротивление сдвигу, или сцепление, при отсутствии нагрузки ( $\sigma = 0$ );

$\varphi_0$  – угол внутреннего трения.

Следовательно, сдвиг одной части частиц среды относительно другой произойдет, когда касательное напряжение  $\tau$  вследствие внешней силы окажется равным правой части равенства (4).

В случае если среда находится в какой-либо емкости (в бункере для семян и в корпусе дозирующего устройства), то при ее равновесии выполняются условия:  $\tau = 0$  на свободной поверхности и  $\tau \leq f \cdot \sigma$  на поверхности сопротивления среды со стенками емкости ( $f$  – коэффициент трения среды о стенку). Для стабильной подачи посевного материала из бункера к дозирующим катушкам необходимо нарушение этого равновесия воздействием на среду активирующими конструктивными элементами, вызывающими ее текущее состояние, во время которого происходит внутреннее скольжение частиц друг относительно друга.

### Заключение

Для того чтобы учесть все приведенные зависимости при разработке активирующих элементов высевающего устройства, необходимо экспериментально для трудносypучих и несypучих семян кормовых трав определить следующие показатели: относительную максимальную усадку (уплотнение) и нормальные при этом напряжения  $\delta$ ; касательные напряжения  $\tau$  и значения воздействующей нагрузки  $\sigma$ ; угол (коэффициент) внутреннего трения  $\varphi_0$ .

02.09.13

УДК 631.31.06

**Н.Д. Лепешкин, А.А. Точицкий,  
П.П. Костюков, Н.С. Мстиславская**  
(РУП «НПЦ НАН Беларуси по  
механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь)

**РЕЗУЛЬТАТЫ  
ИСПЫТАНИЙ АГРЕГАТА  
БЕЗОТВАЛЬНОЙ  
ОБРАБОТКИ ПОЧВ АБТ-4  
НА СУГЛИНИСТЫХ  
ПОЧВАХ**

### Введение

В Республике Беларусь остается еще нерешенным вопрос обработки тяжелых по механическому составу почв, к которым относятся глинистые почвы, а также тяжелые и средние суглинки. Эти почвы содержат 25 % и более физической глины (частицы размером менее 0,01 мм).